

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PRIORITY
DOCUMENTSUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

REC'D 29 JAN 2001

WIPO

PCT

DE 00/04008

EJU

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung8 / Priority
Doe.
E. Willis
1-18-02

Aktenzeichen:

199 55 248.7

Anmeldetag:

17. November 1999

Anmelder/Inhaber:

Robert Bosch GmbH, Stuttgart/DE

Bezeichnung:

Verfahren zur Verschiebung des Kommutierungszeit-
punktes bei einem sensor- und bürstenlosen Gleich-
strommotor sowie Anordnung zur Durchführung des
Verfahrens

IPC:

H 02 P 6/18

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprüng-
lichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.München, den 14. Dezember 2000
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

R.36793

02.11.1999

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Verfahren zur Verschiebung des Kommutierungszeitpunktes bei einem sensor- und bürstenlosen Gleichstrommotor sowie Anordnung zur Durchführung des Verfahrens

15

Stand der Technik

20

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Verschiebung des Kommutierungszeitpunktes bei einem sensor- und bürstenlosen Gleichstrommotor, dessen Ständerwicklungen von einer mehrphasigen Umrichterschaltung gespeist werden, der im Oberbegriff des Anspruchs 1 definierten Gattung und betrifft weiterhin eine Anordnung zur Durchführung dieses Verfahrens gemäss Anspruch 6.

25

In der DE 39 40 568.9 A1 ist eine Schaltungsanordnung zum Betreiben eines Mehrphasen-Synchronmotors an einem Gleichstromnetz beschrieben. Dabei werden die Phasen sukzessive an die Gleichspannung angeschlossen und Kommutierungsschalter entsprechend der Rotorstellung so gesteuert, dass sie zur Kommutierung aufeinanderfolgender Phasen zeitlich überlappen und mindestens einer der Kommutierungsschalter im Kommutierungsbereich derart getaktet wird, dass der Mittelwert des Stromes in der aufkommütierenden Phase zu- und in der abkommütierenden Phase abnimmt. Durch diese Überlappung und Taktung der Schaltsignale in den Kommutierungsflanken wird ein geringerer Schaltverlust und eine Geräuschreduzierung erreicht.

35

Bei sensor- und bürstenlosen Gleichstrommotoren wird der Kommutierungszeitpunkt üblicherweise durch das Ausmessen der induzierten Spannung in einer jeweils unbestromten Phase der Ständerwicklungen bestimmt. Es wird dabei eine Vergleich dieser induzierten Spannung mit einer Referenzspannung, die vom Istwert der Drehzahl abgeleitet wird, durchgeführt. Hierbei kann es insbesondere bei großen Lasten und hohen Drehzahlen des Motors zu erheblichem Leistungseinbruch und zu erheblichen Welligkeiten im Drehmoment kommen. Dies ist sehr nachteilig.

10

Die Aufgabe vorliegender Erfindung besteht in der Angabe eines Verfahrens, welches es ermöglicht, den Kommutierungszeitpunkt bei einem sensorlosen und bürstenlosen Gleichstrommotor so zu verschieben, dass der Leistungseinbruch vermieden bzw. stark vermindert wird und eine Verringerung der Momentenwelligkeit erreicht wird.

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Verschiebung des Kommutierungszeitpunktes bei einem sensor- und bürstenlosen Gleichstrommotor mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 hat gegenüber dem bekannten Stand der Technik den Vorteil, eine Leistungserhöhung bei gleichbleibendem Magnetkreis und gleicher Motormechanik, der Verringerung der Momentenwelligkeit durch Anpassung der Kommutierungsschwelle auf eine optimale Stromform. Vorteilhafterweise ist weiterhin kein Leistungseinbruch wie bei einer Kommutierungsverschiebung zu beobachten, die von der Ist-Drehzahl des Motors abhängig ist.

30

Bei dem Verfahren gemäß der Erfindung wird dies dabei prinzipiell dadurch erreicht, dass die Kommutierungserkennung durch Vergleich der in einer unbestromten Phase der Ständerwicklungen induzierten Spannung mit einer Referenzspannung erfolgt und dass die Referenzspannung entsprechend dem Sollwert der Drehzahl des Motors bzw. der daraus berechneten Stellgröße verändert wird.

Durch die in den weiteren Verfahrensansprüchen niedergelegten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Anspruch 1 angegebenen Verfahrens möglich.

- 5 Entsprechend einer besonders vorteilhaften und bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Kommutierungszeitpunkt derart zeitlich nach vorne verschoben, dass eine optimale Stromform erreicht wird, optimal insbesondere im Hinblick auf Leistungserhöhung und/oder Verringerung der
- 10 Momentenwelligkeit.

- Gemäß einer sehr zweckmäßigen und vorteilhaften Ausgestaltung und Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt die Verschiebung des Kommutierungszeitpunktes in der Weise, dass die
- 15 Referenzspannung in Form einer Parabel angehoben wird.

- In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung dieses Verfahrensmerkmals wird die parabelförmige Anhebung der Referenzspannung bei Puls-Weiten-Modulation des den Ständerwicklungen zugeführten Stromes
- 20 bei einem Puls-Weiten-Modulationsverhältnis von ca. 90 bis 95 %, insbesondere 93 %, begonnen. Die parabelförmige Anhebung der Kommutierungsschwelle hat den Vorteil, dass dadurch ein sanfter Übergang in den Vorkommutierungszustand erreicht wird.

- Entsprechend einem weiteren vorteilhaften Merkmal eines Ausführungsbeispiels für das erfindungsgemäße Verfahren wird die entsprechend dem Sollwert der Drehzahl ermittelte Stellgröße neben der Veränderung des Referenzwertes für den Kommutierungszeitpunkt auch dazu verwendet, dass die Bestromung der einzelnen Phasen der
- 30 Ständerwicklungen entsprechend erhöhend oder erniedrigend angepasst wird.

- Eine bevorzugte Anordnung zum Durchführen des vorstehend erläuterten Verfahrens mit seinen verschiedenen Abwandlungen
- 35 beinhaltet einen sensor- und bürstenlosen Gleichstrommotor, der von einer mehrstufigen Umrichterschaltung gespeist wird, welche ihrerseits eine Endstufenansteuerung, eine Kommutierungslogik,

einen Phasenselektor und einen Phasendiskriminator enthält, und ist dadurch gekennzeichnet, dass eine Kommutierungserkennung vorgesehen ist, welcher von dem Phasenselektor der aktuelle Wert der in einer unbestromten Phase induzierten Spannung auf einem Eingang und eine Referenzspannung auf einem zweiten Eingang zum Vergleich zugeführt wird, und die Referenzspannung von einer Kommutierungsverschiebung entsprechend einer bestimmten Kurve veränderbar ist, wobei der Kommutierungsverschiebung von einer Stellgrößenberechnung ein Stellwert in Abhängigkeit von der Soll-Drehzahl des Motors zugeführt wird.

In vorteilhafter Ausgestaltung dieser erfindungsgemäßen Anordnung ist vorgesehen, dass in der Kommutierungsverschiebung die Referenzspannung entsprechend einer Parabel verändert, insbesondere erhöht wird.

In vorteilhafter Ausgestaltung dieser Anordnungsgestaltung ist vorgesehen, dass die parabelförmige Erhöhung der Referenzspannung bei Puls-Weiten-Modulation der Bestromung der einzelnen Phasen der Ständerwicklungen des Motors ab einem Puls-Weiten-Modulations-Verhältnis von ca. 90 bis 95 %, vorzugsweise von 93 %, einsetzend vorgenommen wird. Diese Prozentwerte gelten bei einer bestimmten Magnetkreisauslegung. Bei anderer Auslegung des Magnetkreises können deutlich verschiedene Werte vorkommen.

In weiterer vorteilhafter und sehr zweckmäßiger Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Anordnung berechnet die Stellgrößenberechnung in nicht linearer Abhängigkeit von der Solldrehzahl des Motors eine Stellgröße, die zum einen der Kommutierungsverschiebung als Eingang zugeführt wird und zum anderen der Kommutierungslogik zum Anpassen der Bestromung der Phasen der Ständerwicklungen des Motors zugeführt wird.

Zeichnung

Das erfindungsgemäße Verfahren und die Anordnung zur Durchführung dieses Verfahrens wird anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels in der nachfolgenden Beschreibung näher
5 erläutert. Dabei zeigen

- Fig. 1 schematisch ein Blockschaltbild für die
Kommutierungsverschiebung gemäß vorliegender Erfindung;
- 10 Fig. 2 ein Diagramm mit der Referenzspannung in Abhängigkeit
von der Stellgröße bzw. dem Strom in parabelförmiger
Abhängigkeit, und
- 15 Fig. 3 verschiedene Diagramme des Spannungsverlaufs der
induzierten Spannung in einer Phase, der Bestromung
dieser Phase und drei verschiedene Stromformen bei
unterschiedlichen Referenzspannungen und
unterschiedlichen Drehzahlen des Motors, allgemein
20 gesprochen Stromformen bei unterschiedlichen
Kommutierungsschwellen.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In Fig. 1 ist in einem Blockschaltbild die erfindungsgemäße
Kommutierungsverschiebung dargestellt. Ein Gleichstrommotor 1, der
sensor- und bürstenlos ist, wird von einer mehrstufigen
Umrichterschaltung gespeist. Diese mehrstufige Umrichterschaltung,
die beispielsweise dreiphasig und sechspulsig sein kann, enthält
30 ihrerseits als wesentliche Bauteile eine Endstufenansteuerung 2,
eine Kommütierungslogik 3, einen Phasenselektor 4, einen
Phasendiskriminator 5 sowie eine Kommütierungserkennung 6. In der
Endstufenansteuerung 2 ist symbolisch ein MOSFET-Transistor 22
dargestellt. Die Endstufenansteuerung versorgt über eine
35 Mehrfachleitung 21 den Motor 1 mit Energie. Abgezweigt von diesen
Leitungen wird über eine Mehrfachleitung 23 der jeweils aktuelle
Wert der in einer unbestromten Phase induzierten Spannung

- zugeführt, wobei vom Phasenselektor 4 jeweils eine der beispielsweise sechs Phasen dazu ausgewählt wird. Dieser aktuelle Wert der jeweiligen Phase wird vom Phasenselektor 4 über Leitung 46 auf einen ersten Eingang der Kommutierungserkennung 6 gegeben.
- 5 Einem zweiten Eingang der Kommutierungserkennung wird auf Leitung 47 eine Referenzspannung U_{ref} zugeführt, die aus der Addition der dem Motor 1 zugeführten Batteriespannung mit der Spannung aus der Kommutierungsverschiebung gebildet wird.
- 10 Die Kommutierungsverschiebung 7 wird ihrerseits von einer Stellgrößenberechnung 8 über eine Leitung 87 mit einer Stellgröße U_{st} versorgt. Die Stellgrößenberechnung 8 hat als Eingangswert den Sollwert n_{soll} der Drehzahl des Motors 1 auf Leitung 80 anstehen. Aus dieser Sollwertgröße n_{soll} wird entsprechend der im
- 15 Stellgrößenberechnungsblock 8 dargestellten nicht linearen Kurve 81 die Stellgröße U_{st} ermittelt. Diese Kennlinie 81 ist die Stellgröße U_{st} , die über dem Drehzahlsollwert n_{soll} aufgetragen ist. Im Block 7 der Kommutierungsverschiebung ist ein Kennbild eingetragen, bei dem auf der horizontalen Achse die im Block 8
- 20 gewonnene Stellgröße U_{st} aufgetragen ist und davon abhängig die Referenzspannung U_{ref} in der senkrechten Achse aufgetragen ist. Die eingetragene Kennlinie 71 ist vorzugsweise parabelförmig. Über eine Leitung 83 wird der Ausgangswert der Stellgrößenberechnung 8 der Kommutierungslogik 3 zugeführt, um entsprechend der vorgegebenen Drehzahl n_{soll} in der Kommutierungslogik die Ströme für die Endstufenansteuerung 2 und die darin enthaltenen Endstufentransistoren 22 zu erhöhen, die dann über die Leitungen 21 dem Motor 1 taktgerecht zugeführt werden.
- 30 Die Taktgabe für die Kommutierungslogik 3 erfolgt durch den Phasendiskriminator 5, der als Eingang auf Leitung 65 das Ergebnis des Vergleichs der Referenzspannung U_{ref} auf Leitung 47 und der aktuellen phaseninduzierten Phasenspannung auf Leitung 46 über einen Vergleicher 61 in der Kommutierungserkennung 6 abgibt. Das
- 35 Ausgangssignal des Phasendiskriminators 5, wobei dieser durch sechs verschiedene Phasen Impulsbilder innerhalb des Blocks 5 gekennzeichnet ist, wird über Leitung 53 der Kommutierungslogik 3

zugeführt und über Leitung 54 dem Phasenselektor 4. Dadurch wird der Phasenselektor 4 auf die richtige Phase für die Kommutierungserkennung eingestellt.

- 5 In Fig. 2 ist die innerhalb der Kommutierungsverschiebung 7 in Fig. 1 dargestellte Kennlinie noch einmal in etwas anderer Form und größer und genauer dargestellt. Dabei ist auf der horizontalen Achse der Prozentwert der Puls-Weiten-Modulation aufgetragen, was der Stellgröße U_{st} bei Kennlinie 71 innerhalb der
- 10 Kommutierungsverschiebung 7 in Fig. 1 entspricht. Auf der vertikalen Achse ist die Referenzspannung U_{ref} aufgetragen, die auf Leitung 47 der Kommutierungserkennung 6 zugeführt wird. In etwa ab einem Prozentsatz von 90 % Puls-Weiten-Modulation, insbesondere bei 93 %, fängt die parabelförmige Kennlinie der Referenzspannung
- 15 U_{ref} an zu steigen, und zwar in Form einer Parabel. Diese parabelförmige Anhebung der Kommutierungsschwelle, d.h. der auf Leitung 47 zugeführten Referenzspannung U_{ref} , hat den Vorteil, dass der Übergang in den Vorkommutierungszustand sanft ist. Mit Vorkommutierungszustand ist gemeint, dass der
- 20 Kommutierungszeitpunkt von seiner üblichen zeitlichen Lage her zu früherem Beginn vorverlegt wird.

- Fig. 3 zeigt verschiedene Diagramme und verschiedene Stromformen bei unterschiedlichen Kommutierungsschwellen. Im oberen, mit A bezeichneten Diagramm ist über dem elektrischen Winkel die beispielsweise in einer Phase U induzierte Spannung U_{ind} aufgetragen. Mit U_{bat} ist die Batteriespannung eines Kraftfahrzeuges oder die Normspannung eines Gleichstrombordnetzes eines Kraftfahrzeuges bezeichnet. Mit U_{ref1} , die unterhalb der
- 30 Batteriespannung liegt, ist eine erste Referenzspannung bezeichnet und mit U_{ref2} ist eine zweite Referenzspannung bezeichnet, die wesentlich oberhalb des Wertes der Batteriespannung U_{bat} liegt. Man kann davon ausgehen, dass der Spannungsreferenzwert U_{ref1} in etwa dem Wert 0,00 in Fig. 2 und der Spannungsreferenzwert U_{ref2} in Fig.
- 35 3 Diagramm A, in etwa dem Referenzwert U_{ref} von 1,00 in Fig. 2 entspricht.

Im Diagramm B von Fig. 3 ist mit I_U die Einschaltzeit des Stromes für die Phase U gekennzeichnet. Wird die Kommutierung auf den Referenzwert U_{ref1} vorgenommen, dann ist im Diagramm C von Fig. 3 der Strom und die Stromform über der Zeit t aufgezeichnet, die für diese Kommutierungsschwelle bei einer Solldrehzahl von z.B. 1500 Umdrehungen pro Minute entspricht. Der Strom I_{115} kennzeichnet also in etwa die Stromform, die zusammen mit der in derselben Phase induzierten Spannung das Drehmoment bewerkstelligt.

10 Im Diagramm D von Fig. 3 ist über der Zeit t die Stromform I_{130} aufgetragen, die bei einer Kommutierungsschwelle von der Spannung U_{ref1} im Diagramm A von Fig. 3 und bei einer Drehzahl von 3 000 Umdrehungen pro Minute sich einstellt. Es ist erkennbar, dass durch die vorhandene Wicklungsinduktivität sich der Strom in
15 dieser Phase nur sehr langsam und schwach aufbauen kann.

Im Diagramm E von Fig. 3 ist über der Zeit t der Strom und die Stromform I_{230} aufgetragen, die sich bei einer Kommutierungsschwelle von U_{ref2} und bei einer Drehzahl von 3 000 Umdrehungen pro Minute einstellt. Aus dem Diagramm ist zu ersehen,
20 dass zu dem Zeitpunkt, welcher der Spannung U_{ref1} im Diagramm A entspricht, der Strom I_{230} schon auf seinen vollen Wert aufgebaut ist und daher dann, wenn die induzierte Spannung anwächst, das volle Drehmoment sofort einsetzend zur Verfügung gestellt werden kann.

Entsprechend der Erfindung kann sich der Kommutierungszeitpunkt zwischen denjenigen Werten ändern, die zwischen den Punkten liegen, welche den Kommutierungsschwellen U_{ref1} und U_{ref2} im Diagramm
30 A entsprechen. Entsprechend der zeitlichen Verschiebung nach vorne ist eine entsprechende vorzeitige Beendigung der Kommutierung durch entsprechende Abschaltung des Stromes gegeben, wie dies im Diagramm E von Fig. 3 deutlich erkennbar eingetragen ist.

35 Die Funktion des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Anordnung wird am Beispiel eines Klimagebläsemotors für Kraftfahrzeuganwendungen erläutert. Dies

ist in den drei Figuren 1 - 3 im einzelnen dargestellt und vorstehend schon weitgehend beschrieben worden. Wesentlich ist dabei, dass bei einem derartigen Gebläse die Last und somit der Phasenstrom quadratisch mit der Drehzahl ansteigt. So beträgt
5 beispielsweise der Strom I_{115} in Diagramm C bei 1 500 Umdrehungen/Minute 3 A. Bei einer Kommutierung auf den Schwellwert U_{ref1} beträgt entsprechend dem Diagramm D in Fig. 3 dieser Strom bei 3 000 Umdrehungen/Minute einem Wert von 18 A. Aus dieser Darstellung ist erkennbar, dass die Verschiebung der
10 Kommutierungsschwelle deswegen notwendig ist, um bei allen Betriebszuständen eine optimale Stromform und somit ein hohes Moment bei geringer Momentenwelligkeit zu erzielen. Eine solche optimale Stromform ist anhand des Stromes I_{230} in Diagramm E von Fig. 3 dargestellt. Durch eine solche optimale Stromform werden
15 auch die ohmschen Verluste und die Schaltverluste in der Halbleiterschaltung so niedrig wie möglich gehalten.

Aufgrund der Wicklungsinduktivität kann sich der Phasenstrom nur in einer endlichen Zeit aufbauen. Bei niedrigen Drehzahlen, wie
20 dies am Beispiel im Diagramm C von Fig. 3 mit dem Strom I_{115} dargestellt ist, macht sich dieser Effekt, bezogen auf den elektrischen Drehwinkel, nur unwesentlich bemerkbar. Erst bei mittleren bis hohen Drehzahlen von etwa 1 500 bis 3 000 Umdrehungen/Min. wirkt sich der begrenzte Stromanstieg negativ auf die Drehmomentbildung aus, wobei das Drehmoment $M = c\Phi * I$ ist, da zum Zeitpunkt des Erreichens der vollen induzierten Spannung, $U_{ind} \approx c * \Phi$, der Phasenstrom noch nicht aufgebaut ist. Dies ist insbesondere im Diagramm D von Fig. 3 mit dem Strom I_{130} dargestellt und gut erkennbar. Durch die Verschiebung der
30 Kommutierungsschwelle mit einer Referenzspannung U_{ref} von größer als der Betriebsspannung U_{bat} , wie im Diagramm A von Fig. 3 dargestellt, wird erreicht, dass sich der Phasenstrom bei Erreichen der vollen induzierten Spannung U_{ind} bereits auf seinen maximalen Wert eingependelt hat. Somit kann auch dadurch das
35 maximale Drehmoment erzielt werden. Das kontinuierliche Erhöhen der Kommutierungsschwelle mit dem Wert U_{ref} ab einer definierten

Solldrehzahl ermöglicht eine Momentenanhebung bei gleichbleibender Motormechanik.

Bei sensorbehafteten Antrieben ist eine derartige Momentenanhebung
5 aufgrund der fest vorgegebenen Position des Sensors nicht möglich.
Bei sensorlosen Antrieben, die mit einer Drehzahl Istwert-
abhängigen Kommutierungsverschiebung arbeiten, liegt der Nachteil
darin begründet, dass bei einem Drehzahleinbruch durch
10 Lasterhöhung die Kommutierungsschwelle erniedrigt wird. Die
dadurch bedingte Rücknahme der Vorkommutierung bewirkt ein
weiteres Einbrechen der Drehzahl. Dies verschlimmert die Sache
noch.

Im Gegensatz dazu ist bei der Erfindung, bei der die
15 Kommutierungsverschiebung an den Sollwert der Drehzahl gekoppelt
ist, sichergestellt, dass dieser Effekt nicht auftritt. Das
erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Anordnung zu
seiner Durchführung stellt in vorteilhafter Weise eine
Leistungserhöhung bei gleichbleibendem Magnetkreis und gleicher
20 Motormechanik zur Verfügung, verringert die Momentenwelligkeit,
vermeidet Leistungseinbruch und gewährleistet einen sanften
Übergang in den Vorkommutierungszustand durch parabelförmige
Anhebung der Kommutierungsschwelle. Dies ist von ganz besonderem
Vorteil dann, wenn der Motor für eine Lüfteranwendung in
Kraftfahrzeugen eingesetzt wird, bei dem sich die Lüfterlast
quadratisch mit der Drehzahl erhöht. Dort wirkt sich auch
besonders vorteilhaft die parabelförmige Kommutierungsverschiebung
auf den sanften Lastübergang aus.

R.36793

02.11.1999

5 ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10 **Ansprüche**

1. Verfahren zur Verschiebung des Kommutierungszeitpunktes bei einem sensor- und bürstenlosen Gleichstrommotor (1), dessen Ständerwicklungen von einer mehrphasigen Umrichterschaltung gespeist werden,
15 dadurch gekennzeichnet, dass die Kommutierungserkennung durch Vergleich der in einer unbestromten Phase der Ständerwicklungen induzierten Spannung mit einer Referenzspannung (U_{ref}) erfolgt, und
20 dass die Referenzspannung (U_{ref}) entsprechend dem Sollwert (n_{soll}) der Drehzahl des Motors (1) bzw. der daraus berechneten Stellgröße (U_{st}) verändert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Kommutierungszeitpunkt derart zeitlich nach vorne verschoben wird, dass eine optimale Stromform erreicht wird,
optimal insbesondere im Hinblick auf Leistungserhöhung und/oder Verringerung der Momentenwelligkeit.
- 30 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Verschiebung des Kommutierungszeitpunktes in der Weise erfolgt, dass die Referenzspannung (U_{ref}) in Form einer Parabel angehoben wird.

35

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die parabelförmige Anhebung der Referenzspannung bei Puls-Weiten-Modulation des den Ständerwicklungen zugeführten Stromes bei einem Puls-Weiten-Modulations-Verhältnis von ca. 90 bis 95 %, insbesondere 93 %, einsetzt.

5. Verfahren nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die entsprechend dem Sollwert (n_{soll}) der Drehzahl ermittelte Stellgröße (U_{st}) neben der Veränderung des Referenzwertes für den Kommutierungszeitpunkt auch dazu verwendet wird, dass die Bestromung der einzelnen Phasen der Ständerwicklungen entsprechend erhöhend oder erniedrigend angepasst wird.

6. Anordnung zum Durchführen des Verfahrens nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche 2 bis 5, mit einem sensor- und bürstenloser Gleichstrommotor (1) vorgesehen ist, der von einer mehrstufigen Umrichterschaltung gespeist wird, welche ihrerseits eine Endstufenansteuerung (2), eine Kommutierungslogik (3), einen Phasenselektor (4) und einen Phasendiskriminator (5) enthält, dadurch gekennzeichnet, dass eine Kommutierungserkennung (6) vorgesehen ist, welche von dem Phasenselektor (4) der aktuelle Wert der in einer unbestromten Phase induzierten Spannung auf einem Eingang (46) und eine Referenzspannung (U_{ref}) auf einem zweiten Eingang (47) zum Vergleich zugeführt wird, und dass die Referenzspannung (U_{ref}) von einer Kommutierungsverschiebung (7) entsprechend einer bestimmten Kurve veränderbar ist, wobei der Kommutierungsverschiebung (7) von einer Stellgrößenberechnung (8) ein Stellwert (U_{st}) in Abhängigkeit von der Solldrehzahl (n_{soll}) des Motors (1) zugeführt wird.

7. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass in der Kommutierungsverschiebung (7) die Referenzspannung (U_{ref}) entsprechend einer Parabel verändert, insbesondere erhöht wird.

5

8. Anordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die parabelförmige Erhöhung der Referenzspannung (U_{ref}) bei Puls-Weiten-Modulation (PWM) der Bestromung der einzelnen Phasen der Ständerwicklungen des Motors (1) ab einem Puls-Weiten-Modulations-Verhältnis von ca. 90 bis 95 %, vorzugsweise von 93 %, einsetzend vorgenommen wird.

10

9. Anordnung nach Anspruch 6 oder einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass
- 15 die Stellgrößenberechnung (8) in nicht linearer Abhängigkeit von der Solldrehzahl (N_{soll}) des Motors (1) eine Stellgröße (U_{st}) berechnet, die zum einen (87) der Kommutierungsverschiebung (7) als Eingang zugeführt wird und zum anderen (83) der Kommutierungslogik (3) zur Anpassung der
- 20 Bestromung der Phasen der Ständerwicklungen des Motors (1).

.

R.36793

02.11.1999

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10 **Zusammenfassung**

Die Erfindung sieht ein Verfahren zur Verschiebung des Kommutierungszeitpunktes bei einem sensor- und bürstenlosen Gleichstrommotor (1) vor, dessen Ständerwicklungen von einer mehrphasigen Umrichterschaltung gespeist werden. Die Umrichterschaltung enthält eine Endstufenansteuerung (2), eine Kommutierungslogik (3) einen Phasenselektor (4) und einen Phasendiskriminator (5). Einer Kommutierungserkennung (6) wird der vom Phasenselektor festgestellte aktuelle Wert, der in einer unbestromten Phase induzierten Spannung auf einem Eingang (46) und eine Referenzspannung (U_{ref}) auf einem zweiten Eingang (47) zum Vergleich zugeführt. Die Referenzspannung (U_{ref}) ist von einer Kommutierungsverschiebung (7) entsprechend einer bestimmten Kurve (71) veränderbar. Der Kommutierungsverschiebung (7) wird von einer Stellgrößenberechnung (8) ein Stellwert (U_{st}) in Abhängigkeit von der Solldrehzahl (n_{soll}) des Motors zugeführt. Die Kommutierungsverschiebung erfolgt vorteilhafter Weise parabelförmig. Durch die sollwertabhängige Kommutierungsverschiebung wird auch bei hohen Drehzahlen und starker Last ein hohes Drehmoment zur Verfügung gestellt und die Momentenwelligkeit klein gehalten.

(Fig. 1 zur Veröffentlichung)

35

.-.-.-.-.-.

1 / 2

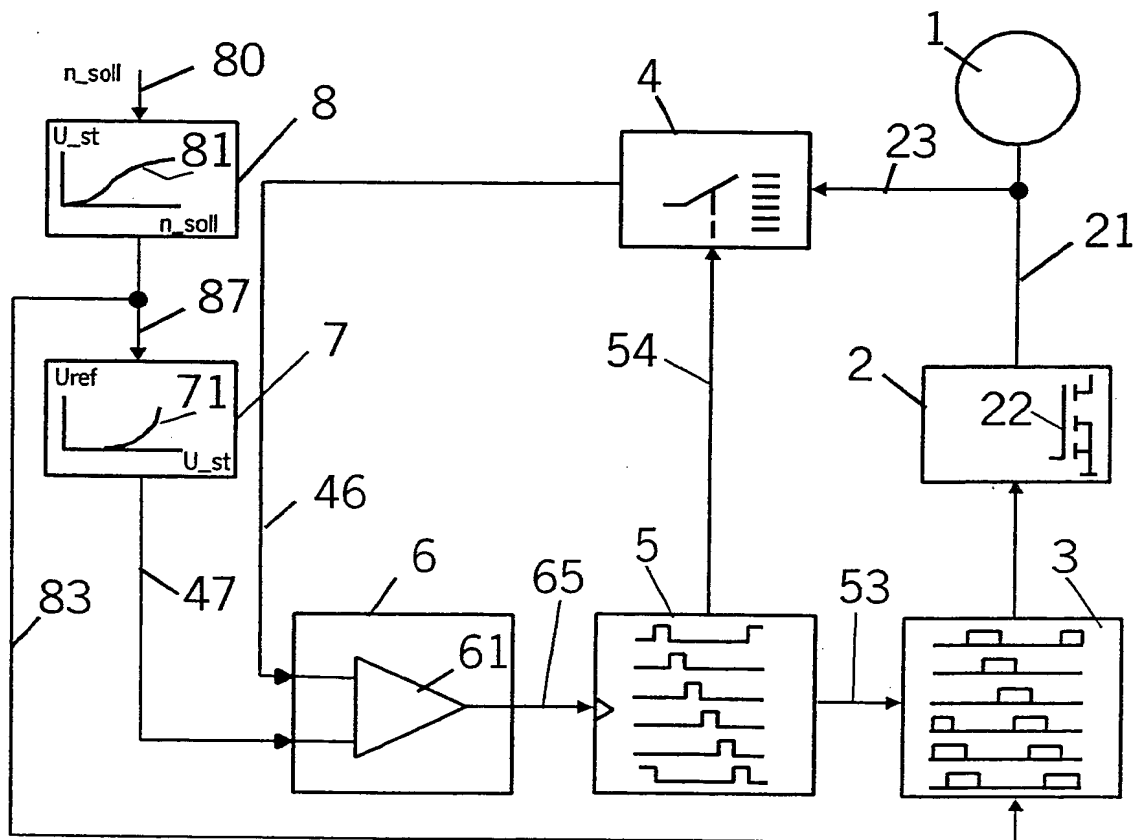


FIG. 1

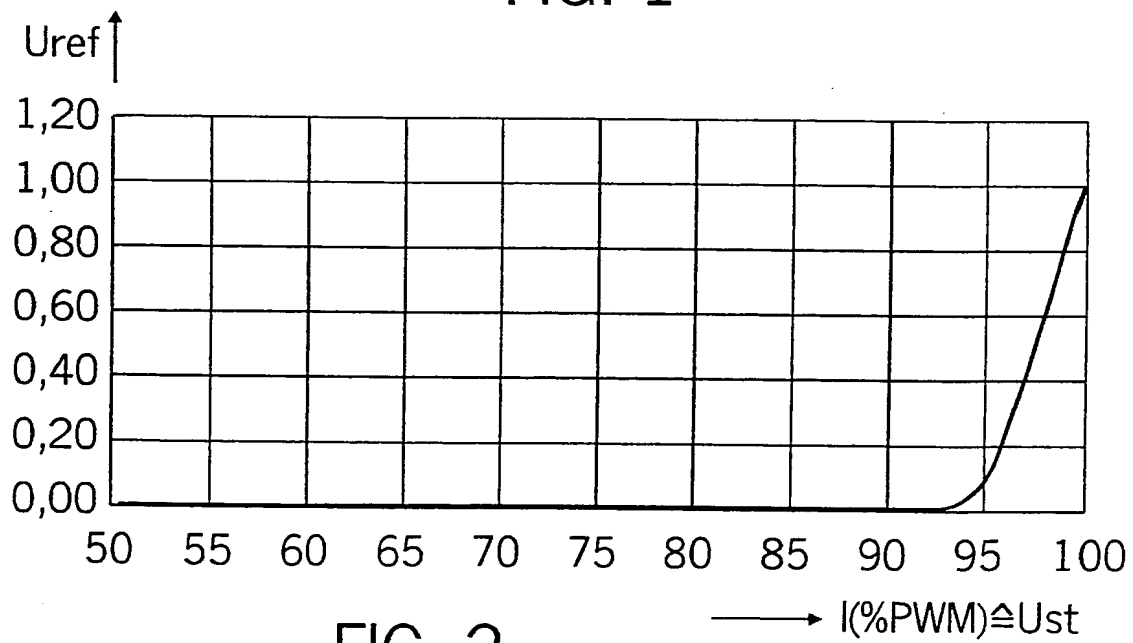


FIG. 2

2 / 2

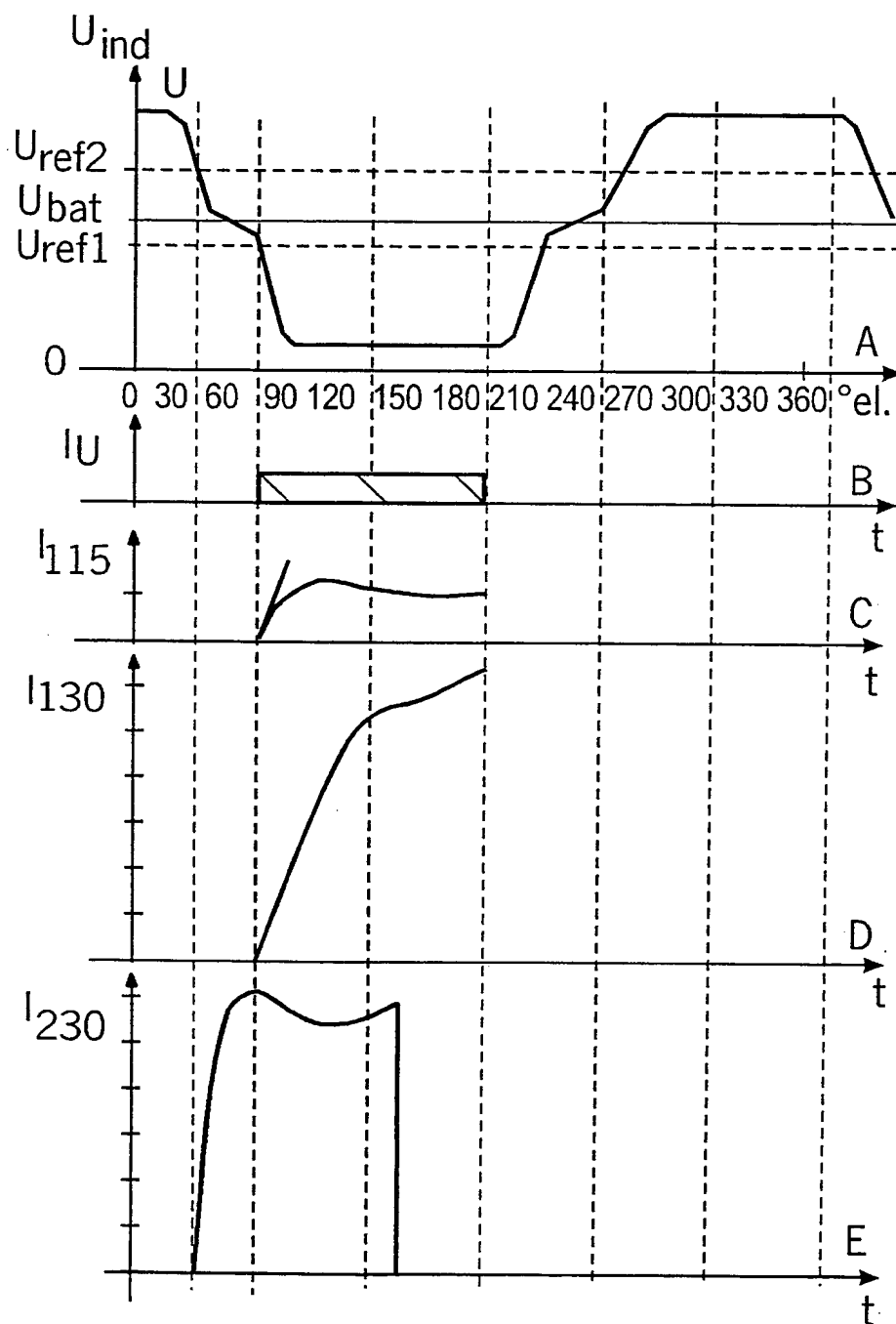


FIG. 3

